

PEMANFAATAN ANALISIS PHYTOLITH DAN STARCH DALAM STUDI ARKEOLOGI LINGKUNGAN

The Utilization of Phytolith Analysis and Starch in the Study of Archaeology Environment

Alifah

Balai Arkeologi DI. Yogyakarta, Jl. Gedongkuning No. 174 Yogyakarta
alifah.ali@gmail.com

Naskah diterima : 2 Oktober 2017

Naskah diperiksa : 2 November 2017

Naskah disetujui : 23 November 2017

Abstract. *Environmental issue in archaeology has become a very interesting theme for research. The theme relates to landscapes, environmental changes, site formation and human adaptation process. So far, animal-related artifacts and ecofacts are more commonly used as research data while analysis on plants residue are less common because the inadequacy of its remains in the archaeological sites, more so in prehistoric sites. This paper attempts to explain some possible uses of microscopic plant residue analysis in the form of phytolith and starch for environmental studies. The methods used in this paper are literature studies on microbotany as well as imitation experiments by combining several methods previously conducted by other researchers. This study showed that the microscopic remains such as phytolith and starch provide significant information about the types of plants, environmental changes, and their utilization by human.*

Keywords: *Phytolith, Starch, Environmental studies*

Abstrak. Isu lingkungan dalam ilmu arkeologi menjadi tema yang sangat menarik untuk diungkap. Penelitian dengan tema tersebut berkaitan dengan bentang lahan, perubahan lingkungan, pembentukan situs, dan proses adaptasi manusia. Data yang digunakan selama ini lebih banyak didominasi oleh data artefak dan ekofak berupa fauna. Analisis temuan flora berupa sisa tumbuhan belum banyak dilakukan mengingat sisa tumbuhan memang sedikit ditemukan dalam situs arkeologi, apalagi situs prasejarah. Tulisan ini bertujuan untuk memaparkan beberapa kemungkinan penggunaan analisis sisa tumbuhan yang bersifat mikroskopis berupa *phytolith* dan *starch* untuk studi lingkungan. Metode yang digunakan dalam tulisan ini adalah studi pustaka dari penelitian mikrobotani yang pernah dilakukan serta percobaan peniruan dengan memadukan beberapa metode yang pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sisa tumbuhan, terutama yang bersifat mikroskopis berupa *phytolith* dan *starch*, memberikan informasi yang signifikan tentang jenis tumbuhan yang pernah ada, perubahan lingkungan, dan pemanfaatan oleh manusia.

Kata kunci: *Phytolith, Starch, Studi lingkungan*

1. Pendahuluan

Lingkungan tidak dapat dipisahkan dengan organisme yang ada di sekitarnya, termasuk manusia. Lingkungan menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap perkembangan budaya suatu kelompok masyarakat. Penelitian arkeologi lingkungan

pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui bagaimana lingkungan telah mempengaruhi perkembangan kebudayaan suatu masyarakat dan strategi apa yang diterapkan untuk bisa hidup selaras dengan lingkungan.

Dalam arkeologi sendiri terdapat berbagai cara untuk mengungkap

kondisi lingkungan di masa lalu atau *paleoenvironmental*. Beberapa cara tersebut di antaranya adalah dengan melakukan analisis tanah, analisis serangga, analisis moluska, dan seterusnya (Dincauze 2000; Brothwell and Pollard 2001).

Perkembangan dunia penelitian arkeologi menuntut kemajuan dalam melakukan analisis. Seiring dengan perkembangan ilmu, paradigma arkeologi prosesusual yang dipelopori oleh Binford dkk pada tahun 1900-an telah membuat perubahan dalam cara berpikir dan metode analisis yang digunakan (Binford 1962). Kerangka teori dalam ilmu antropologi kemudian banyak diadopsi dalam penelitian arkeologi. Arkeologi prosesusual menganggap bahwa ilmuwan dapat memastikan mana yang benar dan mana yang tidak benar berdasarkan tata kerja keilmuan yang baku. *Scientific archaeology* menjadi salah satu cara yang dianggap paling sesuai untuk memecahkan permasalahan penelitian (Brothwell and Pollard 2001). Dengan cara berpikir ilmu alam, *scientific archaeology* dianggap lebih pasti dan lebih ilmiah.

Salah satu penerapan *scientific archaeology* adalah penelitian laboratorium yaitu studi arkeobotani. Arkeobotani merupakan studi yang mempelajari sisa tumbuhan yang berkonteks dengan temuan arkeologi (Denham et al. 2009, 1). Arkeobotani bukanlah hal baru dalam perkembangan penelitian arkeologi di Indonesia. Namun, pada pelaksanaannya studi arkeobotani belum banyak digunakan untuk mengungkap kehidupan manusia masa lalu, serta belum banyak pula peminatnya. Kondisi ini sangat disayangkan, mengingat studi arkeobotani memiliki peran cukup penting dalam upaya rekonstruksi kehidupan manusia masa lalu, baik yang berkaitan dengan lingkungan maupun perilaku manusia dalam beradaptasi dengan lingkungan.

Penelitian arkeobotani menggunakan data sisa tumbuhan, baik yang berbentuk makro (biji, akar, daun, kayu) maupun mikro

(*pollen*, spora, *phytolith* dan *starch*) untuk membantu memahami kehidupan manusia dan lingkungannya di masa lalu. Tulisan ini akan membahas secara khusus tentang studi arkeobotani yang menggunakan data mikrobotani berupa *phytolith* dan *starch* dan bagaimana kontribusinya dalam studi arkeologi lingkungan. *Phytolith* merupakan *silica* tumbuhan yang menghasilkan cetakan duplikasi sel tumbuhan, sedangkan *starch* merupakan butir pati sebagai mekanisme penyimpanan energi pada tumbuhan (Mahirta 2005). Analisis terhadap kedua mikrobotani ini dapat bersifat saling melengkapi dalam mengungkap kondisi lingkungan dan pemanfaatan sumber daya tumbuhan oleh manusia di suatu situs arkeologi.

Sejauh ini analisis mikrobotani yang banyak digunakan dalam mengungkap kondisi lingkungan adalah analisis *pollen*. *Pollen* atau serbuk sari merupakan alat penyebaran dan pembuahan dari tumbuhan berbunga. *Pollen* diproduksi oleh tumbuhan ketika tumbuhan tersebut sudah dewasa.

Analisis *pollen* dalam arkeologi memiliki tujuan merekonstruksi bentang alam vegetasi dan iklim. Selain itu, analisis *pollen* juga bertujuan untuk mengungkap hubungan antara manusia dan lingkungan vegetasi di sekitarnya pada masa lalu (S. Van Der Kaars et al. 2000; W. A. van der Kaars 1989; Vita 1997; Wang, X. and Van der Kaars, S., Kershaw, A.P., Bird, M., Jansen 1999; Rahardjo and Yuwantiningsih 1985).

Pollen dalam penelitian arkeologi dapat digunakan untuk mengetahui kondisi lingkungan dan vegetasi suatu lanskap secara makro. Hal ini terjadi karena butir *pollen* dapat diterbangkan oleh angin dengan jarak lebih dari 33 km (W. A. van der Kaars, 1989) dan mampu terawetkan pada lokasi di mana ia diendapkan.

Identifikasi yang dilakukan terhadap *pollen* umumnya menghasilkan informasi mengenai jenis tumbuhan pada strata famili atau mungkin genus, tetapi tidak dapat lebih detail

dari itu (W. A. van der Kaars, 1989). Beberapa *pollen* juga dapat diidentifikasi hingga ke jenis tumbuhannya atau spesiesnya. Beberapa *taxa* dari tumbuhan yang terindikasi dari butir *pollen* tersebut memiliki habitat yang cukup luas sehingga agak sulit untuk mengetahui dari mana *pollen* yang teridentifikasi tersebut berasal atau untuk mengetahui asal tumbuhan secara lebih pasti. Namun demikian, analisis terhadap *pollen* ini dapat digunakan untuk mengetahui sumber terbesar dari *pollen-pollen* tersebut. Dengan kata lain, informasi yang dihasilkan dari *pollen* yang ditemukan pada sedimen tanah lebih menggambarkan kondisi lingkungan dan vegetasi pada bentang lahan yang luas.

Beberapa kekurangan yang terdapat pada hasil analisis *pollen* memerlukan data dan analisis lain untuk membuat penggambaran lingkungan masa lalu yang lebih lengkap dan detail. *Phytolith* dan *starch* dapat digunakan sebagai alternatif untuk melengkapi kekurangan tersebut.

Phytolith merupakan *silica* tumbuhan yang terbentuk sejak tumbuhan berusia 6 (enam) minggu. *Phytolith* banyak diproduksi oleh tumbuhan terutama jenis rumput-rumputan (Piperno 2006, 2) dan juga jenis tumbuhan lain. *Phytolith* diproduksi pada bagian akar, batang, daun, hingga buah. *Phytolith* diproduksi tumbuhan sejak usia enam minggu, sedangkan *pollen* dihasilkan oleh tumbuhan pada usia dewasa. Oleh karena itu, analisis *phytolith* lebih mampu mendeteksi kehadiran tumbuhan tertentu sejak dini (Mahirta 2005). Namun demikian, untuk tumbuhan tertentu, seperti umbi-umbian, hanya sedikit menghasilkan *pollen* dan *phytolith*. Oleh karena itu, penggunaan analisis mikrobotani lain juga diperlukan seperti analisis *starch*.

Starch atau butir pati merupakan zat tepung yang dihasilkan oleh tumbuhan, terutama pada bagian umbi, batang dan buah (Loy 1994, 88; Lentfer 2009, 90). *Starch* adalah butiran berukuran mikroskopis yang merupakan

mekanisme penyimpanan energi tumbuhan. Butir pati terutama terdapat pada akar-akar, umbi-umbian, dan biji-bijian (Loy 1994).

Penelitian yang secara langsung menghubungkan butir *starch* dengan konteks arkeologi telah dilakukan oleh Thomas H. Loy (Loy, 1994). Loy melakukan analisis residu pada artefak batu untuk mengetahui fungsi alat serta pemanfaatan tumbuhan sebagai sumber makanan dari lingkungan yang berbeda-beda. Penelitian lain juga dilakukan oleh Barton et al dengan membandingkan butiran *starch* yang ada pada artefak batu berbahan obsidian (Barton 1998, 1231-1238).

2. Metode

Tulisan ini mencoba mengulas beberapa penelitian mikrobotani dengan data utama *phytolith* dan *starch* dan berupaya memadukan beberapa metode yang pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu untuk keperluan studi arkeologi lingkungan. Beberapa penelitian tersebut di antaranya yang pernah dilakukan oleh Bowdery (1999) dan Piperno (2006), tentang analisis *phytolith*. Selain itu juga penelitian-penelitian yang dilakukan oleh Loy (1994), Denham, Lentfer (2009) tentang analisis *starch*, dan Alifah (2016) tentang perpaduan antara analisis *phytolith* dan *starch*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 *Phytolith* dan *Starch* dalam Penelitian Arkeologi

Phytolith merupakan hasil dari proses hidup tumbuhan seraca biologis yang menghasilkan deposit berupa mineral *silica*. Mineral tersebut terdeposit karena tumbuhan menyerap air tanah yang mengandung mineral. *Silica* yang terserap kemudian membentuk semacam duplikasi dari sel tumbuhan. Karena bersifat anorganik, ketika tumbuhan mati akan tersisa *phytolith*nya (Piperno 2006, 5; Idrus 2015, 3; Alifah 2016, 52). *Phytolith* terdeposit bersamaan dengan terdepositnya tumbuhan tersebut.

Sebagai *silica* tumbuhan, *phytolith* memiliki berat jenis yang lebih besar dibandingkan jenis mikrobotani lain seperti *pollen*, spora dan *starch*, yaitu antara 1.8-3,2 μ m (Piperno 2006). Kondisi ini menyebabkan *phytolith* tidak mudah tertransportasi, terutama oleh angin sehingga keberadaannya di suatu tempat lebih dapat mengindikasikan lokasi tumbuhan tersebut terdeposisi.

Keberadaan *phytolith* di suatu tempat dapat digunakan untuk memperoleh gambaran lingkungan di masa lalu secara lebih mikro. Selain itu, *phytolith* juga dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana pemanfaatan tumbuhan oleh manusia di suatu situs, terutama pada situs gua yang sangat dimungkinkan terjadi, karena adanya campur tangan manusia (Alifah 2017).

Penelitian yang menggunakan analisis *phytolith* dengan sampel sedimen sangat cocok digunakan pada situs gua. *Phytolith* yang ditemukan bisa diyakini sebagai hasil aktivitas manusia. Hal ini cukup beralasan karena *phytolith* tidak mudah tertransportasi oleh aktivitas angin. Proses sedimentasi di dalam situs gua tidak banyak terganggu sebagaimana proses sedimentasi di situs terbuka sehingga stratigrafi yang dihasilkan relatif lebih merepresentasikan proses pembentukan lapisan budaya.

Analisis *phytolith* dapat pula diambil dari residu artefak. Hasil dari analisis ini selain untuk penggambaran lingkungan, juga digunakan untuk mengetahui fungsi alat, pemanfaatan tumbuhan, dan pola subsistensi manusia di suatu situs.

Identifikasi terhadap *phytolith* mampu memberikan informasi hingga ke spesies tumbuhan (terutama untuk bentuk tertentu seperti *bulioform* atau *fun shape* (bentuk menyerupai kipas) yang dihasilkan oleh spesies padi dan bambu (Loy 1994). Namun, pada umumnya identifikasi terhadap *phytolith* hanya mampu menghasilkan informasi hingga ke tingkat famili bahkan baru pada tingkat genus.

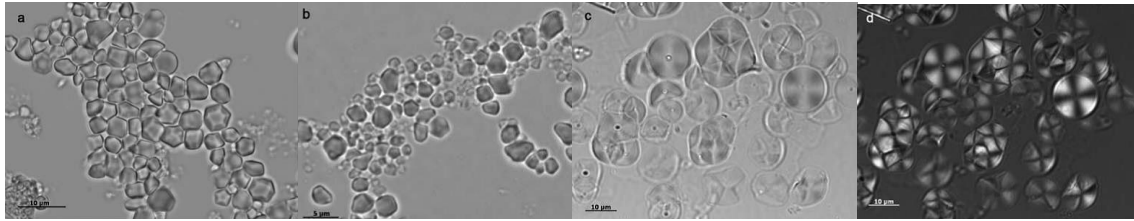
Penelitian arkeologi yang menggunakan data mikrobotani berupa *phytolith* memiliki keterbatasan dalam identifikasi tumbuhan sampai ke tingkat spesies. Hal ini terjadi mengingat satu tumbuhan dapat menghasilkan beberapa bentuk *phytolith*, serta ada beberapa bentuk *phytolith* yang dapat dihasilkan oleh jenis tumbuhan yang berbeda. Oleh karena itu, tingkat identifikasi hanya mampu pada tingkat famili. Keterbatasan ini dapat diatasi dengan penggunaan data lain salah satunya dengan analisis *starch*.



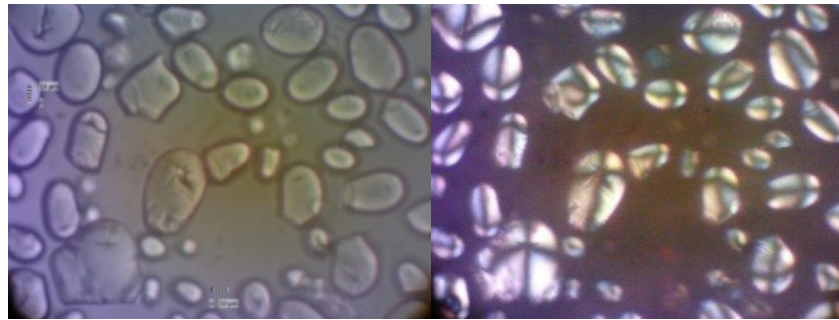
Gambar 1. Proses pengambilan sampel mikrobotani pada sedimen (Sumber: Dokumentasi Handoko, 2016)

Starch, sebagai butir pati yang dihasilkan oleh tumbuhan, memiliki kemampuan terpreservasi lebih rendah dibandingkan dengan *phytolith*. Sebagai sisa organik, *Starch* akan mudah rusak oleh pemanasan yang melebihi 50° karena pada suhu 40°-50° *starch* akan berubah menjadi semacam agar-agar (Loy 1994). Suhu panas yang melebihi 500 akan merusak *extension cross* (garis menyilang) sebagai penanda *starch*.

Identifikasi terhadap *starch* mampu menghasilkan informasi hingga ke tingkat spesies. Selain itu, *starch* adalah tumbuhan memiliki sifat tidak berubah morfologinya selain ukuran. Penelitian Loy menunjukkan bahwa *starch* yang ditemukan pada situs pada masa Plestosen memiliki bentuk yang sama dengan *starch* tumbuhan tersebut pada saat ini. Perbedaan terdapat pada ukuran (Loy 1994, 85).



Gambar 2. (a) *Starch Alocasia* sp., (b) *Colocasia esculenta* starch, (c and d) starch dilihat dengan mikroskop polarisasi terlihat adanya *extention cross* (Sumber : Lentfer 2009, 89)



Gambar 3. Referensi *starch* dari tepung sagu mentah, menunjukkan bentuk *ovoid*, *globose*, dan *irregular* dengan ukuran diameter antara 5- 30 μm . (Sumber: Alifah 2016, 82)

Keberadaan *phytolith* dan *starch* dalam situs arkeologi sangat membantu dalam mengungkap kondisi lingkungan khususnya yang berkaitan dengan adaptasi manusia melalui tindakan subsistensinya.

3.2 Ekstaksi *Phytolith* dan *Starch* dalam Satu Proses

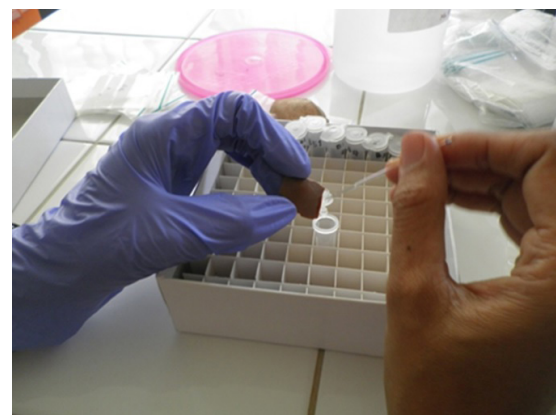
Pentingnya kedua analisis ini membutuhkan strategi tersendiri dalam pengumpulan datanya. Sejauh ini, yang sering dilakukan adalah ekstraksi yang menghasilkan satu jenis data mikrobiologi.

Phytolith merupakan unsur anorganik. Oleh karena itu, tidak dibutuhkan perlakuan khusus untuk menghilangkan mikro organisme (Loy 1994). Secara garis besar, ekstraksi *phytolith* yang diambil dari sampel sedimen memerlukan beberapa proses, mulai dari pembuangan lempung, unsur karbonat, serta unsur organik. Bowdery (1999) dan Anggraeni (2012) telah menyusun protokol yang dapat diikuti untuk ekstraksi *phytolith* dari sampel sedimen.

Sementara itu, *phytolith* dari sampel residu dapat dilakukan dengan cara perendaman artefak ke dalam larutan aquades,

kemudian hasil rendamannya diekstraksi. Cara lain dapat dilakukan dengan ekstraksi langsung pada bagian tajam artefak, permukaan dalam wadah (gerabah, lumpang). Pengambilan ini menggunakan pipet dan cairan aquades sebagai media pelarut.

Selain protokol ekstraksi tunggal, juga dapat dilakukan ekstraksi untuk memperoleh dua sampel dalam satu proses. Protokol ini disusun berdasarkan acuan dari penelitian yang pernah dilakukan oleh Anggraeni (2012) yang diadopsi dari Bowdery (1999) dan dikombinasi dengan protokol yang disusun oleh Piperno (2006) untuk memperoleh dua



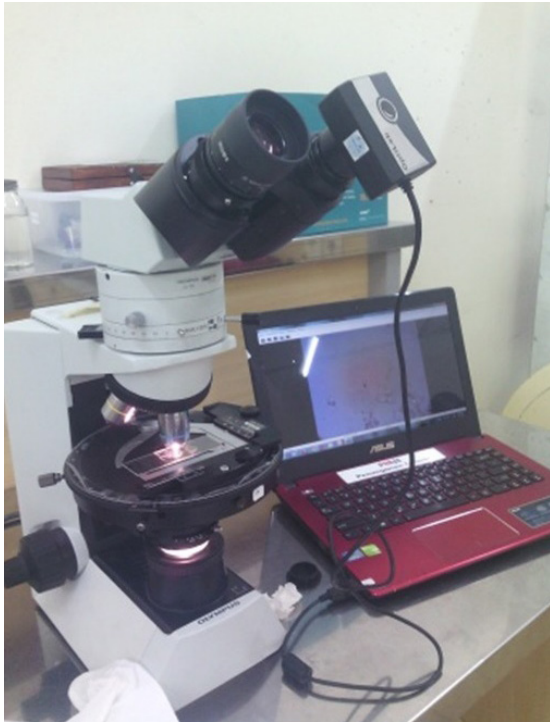
Gambar 4. Proses pengambilan sampel mikrobiologi pada residu artefak (Sumber: Alifah 2016, 69)

sampel sekaligus, yaitu *phytolith* dan *starch*. Protokol ini pernah dilakukan oleh Alifah (2017) dan menghasilkan dua jenis sampel, yaitu *starch* dan *phytolith*.

1. Sampel sedimen dikeringkan dengan proses alami (diletakkan dalam baker selama dua hari).
 2. Pengayakan sampel sedimen untuk mendapatkan tanah yang halus.
 3. Berat sampel masing-masing 5 gram.
 4. Pembuangan lempung dengan menggunakan larutan *Sodium Hexametaphospat* (Calgon) dengan konsentrasi 5% (50 gram per 1 liter). Pembuangan dilakukan dengan menggunakan prinsip hukum Stokes, yaitu menggunakan suhu 20° dengan waktu 6 jam. Proses ini membutuhkan waktu sekitar 60 hari (tergantung jenis sedimen). Proses ini dapat pula dilakukan dengan menggunakan centrifuge dengan perputaran 1500 rpm selama 8 menit dan dilakukan.
 5. Penetralisir larutan *Sodium Hexametaphospat* (Calgon) dengan menggunakan aquades. Proses ini membutuhkan waktu 3 hari.
 6. Pembuangan unsur kalsium menggunakan larutan *Hydrochloric Acid* (HCl) dengan konsentrasi 15 % dengan proses pemanasan menggunakan *water bath* bersuhu 40°C dan pengadukan setiap 20-30 menit sekali. Proses ini membutuhkan waktu sekitar 5 hari (hingga supernatan tidak lagi bereaksi/ mengeluarkan buih).
 7. Penetralisir larutan *Hydrochloric Acid* (HCl) dengan menggunakan Aquades. Proses ini membutuhkan waktu sekitar 3 hari.
 8. Pengambilan *starch* dengan menggunakan larutan *Sodium Polytungstate* (SPt) dengan berat jenis 1,8. Butir *starch* dan mikroorganisme yang mengambang kemudian ditampung dalam tube dan dibersihkan dengan aquades dengan menggunakan centrifuge. Selanjutnya, hasil pengambilan siap diidentifikasi.
- Tahap selanjutnya berupa ekstraksi *phytolith*.

9. Sisa sampel yang tidak mengambang kemudian diproses untuk pembuangan unsur organik dengan menggunakan larutan *Hydrogen Peroxide* (H₂O₂) dengan konsentrasi 15 % dengan pemanasan menggunakan *waterbath* bersuhu 40°C dan pengadukan setiap 20-30 menit sekali. Proses ini membutuhkan waktu hingga 9 hari (tergantung jenis sedimen).
10. Penetralisir larutan *Hydrogen Peroxide* (H₂O₂) dengan aquades. Proses ini membutuhkan waktu 3 hari.
11. Pembuangan unsur lempung yang masih tersisa dengan menggunakan larutan *Sodium Hexametaphospat* (Calgon) dengan konsentrasi 5% , menggunakan centrifuge 1500 rpm selama 75 detik.
12. Penetralisir *Sodium Hexametaphospat* (H₂O₂) dengan menggunakan aquades menggunakan *centrifuge* 3000 rpm selama 8 menit sebanyak 3 kali.
13. Pengangkatan *phytolith* menggunakan *Sodium Polytungstate* (SPt) dengan berat jenis 2,3. Material yang mengambang kemudian diangkat dan ditampung dalam *tube*.
14. Pembersihan material terduga *phytolith* dengan menggunakan aquades dan *centrifuge* dengan kecepatan 1500 rpm
15. Preparasi *phytolith* dalam kaca preparat dan sampel siap diidentifikasi.

Protokol ini akan menghasilkan dua sampel sekaligus yang dapat digunakan untuk melihat perubahan lingkungan dan subsisten manusia pada satu situs arkeologi. Temuan *phytolith* selain diidentifikasi juga akan dihitung kuantitasnya untuk memberi gambaran intensitas keberadaannya dalam satu layer. Perubahan intensitas menjadi indikasi adanya perubahan vegetasi yang ada. Keberadaan *phytolith*, terutama di lingkungan gua (yang minim dari proses transformasi alam), bisa digunakan untuk mengetahui perubahan pola subsistensi kelompok manusia pendukung situs tersebut.



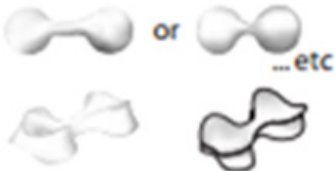





Gambar 5. Proses identifikasi *phytolith* dan *starch* dengan menggunakan mikroskop polarisasi dan optilab. (Sumber: Dokumentasi Alifah 2016)

Sementara itu, temuan *starch* memang lebih sulit terlacak mengingat sifatnya yang mudah hancur oleh proses pemanasan dan pengolahan. Namun, keterbatasan ini dapat diatasi dengan penggunaan analisis lain, seperti analisis makrobotani.

Sebagai pelengkap analisis *phytolith* dan *starch*, perlu didukung oleh analisis mikrobotani lainnya, seperti *pollen* dan spora. Analisis makrobotani seperti pada temuan biji-bijian juga sangat membantu untuk memperkuat hasil analisis *phytolith* dan *starch*. Sebagai contoh, penggunaan biji tanaman.

Keberadaan tumbuhan yang mengandung *starch* juga dapat digunakan sebagai penanda lingkungan yang lembab. Jenis umbi seperti *Colocasea*, *Alocasia* merupakan jenis tanaman yang hidup di wilayah lembab seperti tepi sungai dan aliran air. Demikian juga jenis tumbuhan lain penghasil *starch* seperti sagu dan pisang. Kedua tumbuhan itu juga hidup di lingkungan lembab.

Tabel 1. Contoh bentuk dan penamaan *phytolith* (Sumber : International Code for Phytolith Nomenclature 1.0 (Madella, M., Alexandre, A., Ball, T. 2005))

<i>Schematic Drawing</i>	<i>ICPN names</i>	<i>Former nicknames</i>
	<i>Bilobate short cell</i>	<i>Dumbbell or bilobate</i>
	<i>Trapeziform short cell</i>	<i>Square or rectangle</i>
	<i>Cylindrical polylobate</i>	<i>Polylobate</i>
	<i>Trapeziform polylobate</i>	<i>polylobate</i>
	<i>Trapeziform sinuate</i>	
	<i>Elongate echinate long cell</i>	<i>Elongate spiny or elongate sinuous</i>



Gambar 6. Hasil identifikasi temuan biji-bijian pada situs arkeologi yang menunjukkan adanya tumbuhan sumber makanan yang mengandung starch. (Sumber : Alifah 2016, 51)

3.3 Kontribusi Analisis *Phytolith* dan *Starch* dalam Studi Lingkungan

Seperti telah diuraikan di atas, *phytolith* dan *starch* mampu melengkapi hasil analisis *pollen* dalam mengungkap kondisi lingkungan, khususnya lingkungan dalam konteks mikro.

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2005 oleh Houyuan Lu, seorang peneliti dari Chinese Academy of Sciences di wilayah pantai USE, mendapat gambaran bagaimana sebaran bentuk *phytolith* memiliki signifikansi dengan lingkungan habitat dari jenis tumbuhan tertentu.

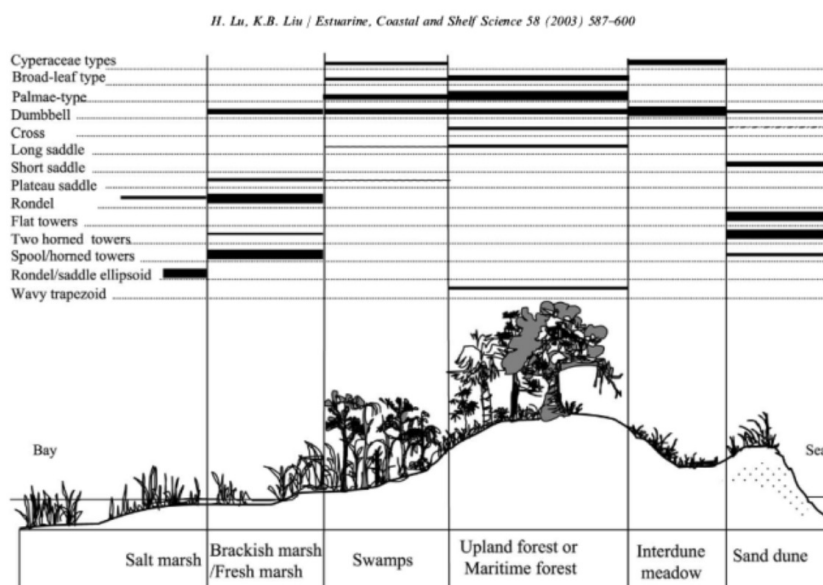
Bentuk *phytolith* yang ditemukan dapat digunakan untuk mengetahui jenis tumbuhan dan lingkungan tumbuhnya. Keberadaan bentuk dan jumlah temuan juga dapat digunakan untuk memahami bagaimana intensitas kehadiran jenis tumbuhan tertentu dalam situs arkeologi.

Phytolith sebagai *silica* tumbuhan juga memungkinkan untuk di-dating dengan metode

OSL untuk mengetahui pertanggalan relatif dari temuan tersebut. Namun demikian, sejauh ini pertanggalan dengan sampel *phytolith* masih belum pernah dilakukan mengingat sampel yang mikro.

4. Penutup

Hasil analisis *phytolith* dan *starch* mampu memberikan gambaran tentang tumbuhan yang pernah hidup dan dimanfaatkan oleh manusia pada masa lalu. Penggunaan analisis ini secara bersamaan bersifat saling melengkapi karena keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan. Sebagai salah satu data mikrobotani, *phytolith* lebih “peka” untuk menghadirkan bukti keberadaan tumbuhan di suatu situs. Namun, informasi keberadaan tumbuhan kadang bersifat umum dan belum mampu memberikan informasi jenis tumbuhan secara lebih spesifik. Sementara itu,



Gambar 7. Ilustrasi bentuk *phytolith* dan gambaran lingkungan tumbuhan tempat habitatnya (Sumber: Lu 2003, 598))

starch dengan kondisi keberadaannya yang terbilang agak jarang dalam situs arkeologi, terutama dalam sedimen tanah, lebih mampu memberikan informasi yang lebih spesifik tentang keberadaan tumbuhan di suatu situs. Jika digunakan secara bersamaan, kedua analisis ini akan mampu memberikan informasi yang lebih lengkap dan saling mengkonfirmasi satu sama lain. Informasi yang dihasilkan dari kedua analisis ini tidak hanya berkaitan dengan studi lingkungan, tetapi dapat pula mengungkap adaptasi dan subsistensi manusia masa lalu.

Pentingnya hasil analisis mikrobiologi dalam penelitian arkeologi ternyata belum didukung oleh ketersediaan sarana dan prasarana. Kebutuhan akan alat-alat laboratorium, seperti lemari asam, water bath, mikroskop polarisasi, masih belum tersedia dengan lengkap. Selain itu, beberapa bahan laboratorium juga masih sulit didapatkan, seperti *Sodium Politungstart*. Kondisi ini tentunya memerlukan perhatian tersendiri jika penelitian arkeologi, khususnya studi tentang arkeologi lingkungan, ingin dikembangkan.

Selain keterbatasan sarana dan prasarana, analisis mikrobiologi juga masih memiliki keterbatasan referensi. Seperti halnya

data mikrobiologi yang lain (*Pollen*, *Spora*), *phytolith* dan *starch* di Indonesia juga masih belum memiliki referensi yang lengkap. Sejauh ini, referensi yang digunakan adalah referensi dari situs-situs yang ada di luar negeri, seperti Cina dan Amerika.

Beberapa kekurangan ini membuka peluang untuk dilakukan pengembangan, baik pada tahap penyusunan/ pembangunan database referensi *phytolith* dan *starch* tumbuhan maupun untuk pengembangan sarana dan prasarana, serta kemampuan SDM. Penyusunan database referensi dapat dimulai dengan pengumpulan tumbuhan native

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dr. Mahirta, M.A. dan Dr. Anggraeni, M.A. yang telah memperkenalkan dan membimbing penulis belajar tentang mikrobiologi. Terima kasih pula untuk kawan-kawan sesama penggiat analisis laboratorium Fakultas Ilmu Budaya Universitas Gajah Mada (FIB UGM), terutama Rooseline Linda Octina, Ati Rati Hidayah, Hane Idrus, atas diskusi dan kebersamaan yang telah terbangun selama proses belajar. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh teman-teman di Sekretariat Departemen Arkeologi UGM.

Daftar Pustaka

- Alifah, 2016. "Sumberdaya Tumbuhan dan Pemanfaatannya di Situs Gua Here Sorot Entapa dan Kuil Eu Lapa, Pulau Kisar Maluku: Berdasarkan Studi Arkeobotani". Tesis. Yogyakarta: Departement Arkeologi UGM
- Anggraeni. 2012. "The Austronesian Migration Hypotesis a Seen from Prehistoric Settlements on the Karama River Mamuju, West Sulawesi. *Disertasi*. Canbera: ANU.
- Barton, Huw, 1998. "Clues to Stone Tool Function Re-examined: Comparing Starch Grain Frequencies on Used and Unused Obsidian Artefacts". *Journal of Archaeological Science* (1998) 25: 1231-1238
- Binford, Lewis R. 1962. "Archaeology as Anthropology." *American Antiquity* 28, no. 2: 217-225.
- Bowdery, Doreen. 1999. *Phytoliths from tropical sediments: Reports from Southeast Asia and Papua New Guinea*. hlm. 159-168.
- Brothwell and A.M. Pollard, 2001. *Handbook of Archaeological Sciences*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Denham, Tim, et al., 2009. "Archaeobotany in Australia and New Guinea, Practice, Potential and Prospect". *Australian Archaeology*, 1.
- Dincauze, Dena F, 2000. *Environmental Archaeology: Principles and Practice*. New York: Cambridge University Press.
- Edward, K.J. 2001. "Overview- Environmental Reconstruction" *Handbook of Archaeological Sciences*. England: John Wiley & Sons Ltd. Hlm 103-110.
- Idrus, I. H. 2015. "Kajian Lingkungan Purba Mikro Situs Gua Kidang, Desa Tinapan, Kecamatan Todanan, Kabupaten Blora (Analisis Fitolit)" *Skripsi*. Yogyakarta: Jurusan Arkeologi, Fakultas Ilmu Budaya UGM.
- Kaars, V. D. 1989. "Aspect of Late Quarternary Palynology of Eastern Indonesia Dee Cores". *Neatherlands Journal of Sea Research* vol 24. 4.
- Kaars, Sander Van der, et.al. 2000. "A Late Quaternary Palaeocological Record from the Banda Sea, Indonesia: Patterns of Vegetation, Climate and Northern Australia". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology* vol 155: 135-153.
- Lentfer, C. 2009. "Building a Comparantive Starch Reference Collection for Indonesia and its Application Palaeoenvironmental and Archaeological Research". *Terra Australis* vol 30:80-101.
- Loy, Thomas H. 1994. "Method in the Analysis of Starch Residues on Prehistoric Stone Tool". *Tropical Archaeobotany: Applications and New Development*. One world Archaeology 22. London: Routledge. Hlm 86-116.
- Lu, Houyuan and Kam-biu Liu. 2003. "Phytolith of Common Grasses in the Coastal Environments of Southeastern USA". *Estuarine Coastal and Shelf Science* vol 5: 587-600.
- Mahirta. 2005. Bahan Ajar Mata Kuliah Metode Analis Data. Departemen Arkeologi UGM, tidak diterbitkan.
- Madella, M., Alexandre, A., Ball, T. 2005. International Code for *Phytolith* Nomenclature 1.0. *Annals of Botany*, 96: 253-260.
- Piperno, Dolores, 2006. *Phytoliths a Comprehensive Guide for Archaeology and Paleoecologists*.
- Rahardjo, A.T. dan Yuwantiningsing, 1985. "Analisis Pollen dalam Arekeologi". *Rapar Evaluasi Metode Penelitian Arkeologi II*. Pandeglang: Puslit Arkenas.
- Vita, 1997. Identifikasi Tumbuhan berdasarkan Karakteristik Pollen: Suatu Dasar Identifikasi Pollen Sedimen dalam Arkeologi" *Buletin Naditira Widya*. No. 02/ 1997. Banjarmasin: Balai Arkeologi. Hlm. 112-120.
- Wang, X. et.al. 1999. "A Record of Fire, Vegetation and Climate Through the Last Three Glacial Cycles from Lombok Ridge Core G 4-6, Easten Indian Ocean, Indonesia". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Plaeoconomy* 147: 241-256